

98 PZ 930



⑨ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑪ Offenlegungsschrift

⑩ DE 197 13 102 A 1

⑥ Int. Cl. 6:

H 04 B 1/16

H 04 B 1/40

H 03 D 3/00

H 04 B 7/204

H 04 L 27/18

H 04 Q 7/32

83

② Aktenzeichen: 197 13 102.6  
② Anmeldetag: 27. 3. 97  
③ Offenlegungstag: 6. 11. 97

③ Unionspriorität:

8-77098 29.03.96 JP

⑦ Anmelder:

Alps Electric Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

⑧ Vertreter:

Klunker und Kollegen, 80797 München

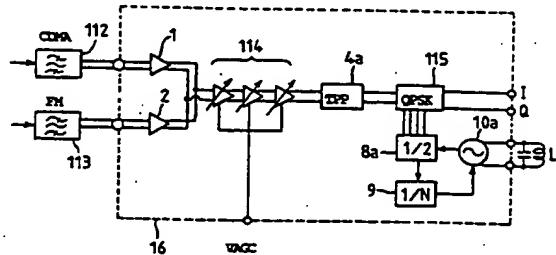
⑦ Erfinder:

Igarashi, Sadao, Soma, Fukushima, JP; Aoki, Kazuharu, Soma, Fukushima, JP; Urabe, Satoshi, Soma, Fukushima, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

④ Integrierte Empfangsschaltung für Mobiltelefon

⑤ Eine integrierte Empfängerschaltung für ein Mobiltelefon enthält einen veränderlichen Verstärker (114) zum Verstärken eines Empfangssignals mit veränderlicher Verstärkung, ein Tiefpaßfilter (4a) zum Dämpfen von Oberwellen des von dem veränderlichen Verstärker verstärkten Signals, und einen QPSK-Demodulator (115) zum Demodulieren des aus dem Tiefpaßfilter (4a) kommenden Signals durch Vierphasenumtastung, wobei Signalleitungen, die den veränderlichen Verstärker (114), das Tiefpaßfilter (4a) und den QPSK-Demodulator (115) verbinden, symmetrisch sind.



DE 197 13 102 A 1

DE 197 13 102 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine integrierte Empfangsschaltung (im folgenden auch als Empfänger-IC bezeichnet) zur Verwendung in einem tragbaren oder Mobil-Telefon. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Empfänger-IC für ein Mobiltelefon, welches in der Betriebsart mit Vielfachzugriff im Codemultiplex (CDMA-Modus; CDMA = Code Division Multiple Acces) und FM-Modus (Frequenzmodulations-Modus) arbeitet.

Fig. 4 ist ein Blockdiagramm eines üblichen Mobiltelefons, welches in einer dualen oder Doppel-Betriebsumgebung arbeitet, welche die CDMA- und die FM-Betriebsart beinhaltet. Der Sendeteil (TX-Teil) des Telefons arbeitet mit dem nachstehend erläuterten Aufbau folgendermaßen: von einem Modem 101 ausgegebene Signale I und Q werden von einem QPSK-Modulator 102 (Vierphasenumtast-Modulator) QPSK-moduliert. Die modulierten Signale werden von einem veränderlichen senderseitigen Verstärker (TX-AMP) 103 verstärkt. Die verstärkten Signale werden von einem Mischer (MIX) 104 mit einem von einem lokalen oder Überlagerungs-Oszillator (OSC) 121 erzeugten Überlagerungssignal gemischt, wodurch ein Hochfrequenz (HF)-Sendesignal erzeugt wird. Das HF-Sendesignal wird über ein Bandpaßfilter 105, einen Leistungsverstärker (PA) 106, einen Duplexer 107 und eine Antenne 108 abgestrahlt.

Der Empfangsteil (RX-Teil) des mobilen Telefons arbeitet folgendermaßen: ein über die Antenne 108 empfangenes HF-Signal wird über den Duplexer 107, einen rauscharmen Verstärker (LNA) 109 und ein Bandpaßfilter 110 einem Mischer (MIX) 111 zugeleitet. Das empfangene Signal wird von dem Mischer 111 mit einem von dem Empfangsoszillator (OSC) 121 erzeugten Überlagerungssignal gemischt, wodurch ein ZF-Empfangssignal erzeugt wird. Das ZF-Empfangssignal wird sowohl an ein CDMA-Bandpaßfilter 112 als auch ein FM-Bandpaßfilter 113 gelegt. Eines der Ausgangssignale dieser beiden Filter wird entsprechend dem derzeit eingestellten Betriebsmodus ausgewählt. Das ausgewählte Ausgangssignal des Filters wird von einem veränderlichen empfangsseitigen Verstärker (RX-AMP) 114 verstärkt. Das verstärkte Signal wird von einem QPSK-Demodulator 115 demoduliert, das demodulierte Signal wird auf das Modem 101 gegeben.

Innerhalb des Modems 101 weist eine Empfangssignal-Feldstärken-Anzeigeschaltung 116 die Feldstärke des Empfangssignals nach. Die ermittelte Empfangsfeldstärke wird von einem Vergleicher 117 mit Feldstärken-Referenzdaten verglichen. Die Differenz zwischen der nachgewiesenen Empfangsfeldstärke und den Referenzdaten wird sowohl auf eine empfangsseitige AGC-Spannungskorrekturschaltung 118 als auch auf eine Sendeausgang-Korrekturschaltung 119 gegeben. Die empfangsseitige AGC-Spannungskorrekturschaltung gibt eine AGC-Spannung (eine Stellspannung für eine automatische Verstärkungsregelung) in der Weise aus, daß die Differenz, die von dem Vergleicher 117 gebildet wird, zu Null wird, also das Ausgangssignal der Schaltung 116 mit den Referenz-Feldstärkedaten übereinstimmt, wodurch der Verstärkungsgrad des empfangsseitigen veränderlichen Verstärkers (RX-AMP) 114 gesteuert wird.

Die Sendeausgang-Korrekturschaltung 119 auf der Sendeseite empfängt sowohl das Differenzsignal von dem Vergleicher 117 als auch Sendeausgangs-Korrekturdaten, die den Verbindungszustand zwischen dem

Mobiltelefon und einer Basisstation widerspiegeln. Eine senderseitige AGC-Spannungskorrekturschaltung 120 liefert eine AGC-Spannung entsprechend den Sendeausgangs-Korrekturdaten, um den Verstärkungsgrad des veränderlichen Verstärkers (TX-AMP) 103 in der Weise zu steuern, daß das modulierte Signal umgekehrt proportional ist zu dem Pegel des empfangenen Signals.

Wenn das Mobiltelefon mit dem oben erläuterten Aufbau im CDMA-Modus arbeitet, gelangen in die Antenne 108 Signale mit einem Pegel von -105 dBm bis -25 dBm. Dies bedeutet, daß der Empfangsteil einen dynamischen Bereich von mindestens 80 dB für die Empfangssignale aufweisen muß. Im FM-Modus gelangen Signale von -120 dBm bis -20 dBm in die Antenne 108. In diesem Fall muß der Empfangsteil einen dynamischen Bereich von mindestens 100 dB aufweisen.

Derart extreme dynamische Bereiche werden durch den empfangsseitigen veränderlichen Verstärker 114 in der Weise realisiert, daß der Verstärker mehrere veränderliche Verstärker in Kaskade aufweist, wie dies in Fig. 5 dargestellt ist, so daß ein ZF-Empfangssignal mit ausgeprägten Pegelschwankungen am Eingangsanschluß des QPSK-Demodulators 115 einen konstanten Pegel aufweist. Oberwellen-Komponenten des Ausgangssignals des veränderlichen Verstärkers 114 werden von dem Tiefpaßfilter (TPF) 4 gedämpft, und das resultierende Signal wird in den QPSK-Demodulator 115 eingegeben. Mit Hilfe eines 90-Grad-Phasenschiebers 8, eines PLL-Teilers (1/N) 9 und eines Oszillators 10 demoduliert der QPSK-Demodulator 115 das Eingangssignal zurück in die Anfangs-Basisband-Signale I und Q.

Im CDMA-Modus werden Signale, die mit -105 dBm bis -25 dBm in die Antenne eintreten, von dem veränderlichen Verstärker 114 verstärkt, so daß sie am Eingangsanschluß des QPSK-Demodulators 115 einen konstanten Pegel besitzen. Im FM-Modus werden von den Signalen, die mit -120 dBm bis -20 dBm in die Antenne gelangen, solche mit einem Pegel zwischen -120 dBm bis -40 dBm (d. h. über 80 dB) von dem veränderlichen Verstärker 114 verstärkt. Die übrigen Signale mit -40 dBm bis -20 dBm, die den Steuerungsbereich des veränderlichen Verstärkers 114 überschreiten, gelangen in diesem in Sättigung und werden mit Begrenzerwirkung bei konstantem Pegel auf den QPSK-Demodulator 115 gegeben.

Die in dem veränderlichen Verstärker 114 zur Sättigung gelangenden Signale erzeugen zwei- bis viermal soviel Oberwellen wie ihre nicht in Sättigung gelangten Gegenstücke. Diese Oberwellen werden von dem TPF 4 auf 20 dB oder darunter in bezug auf die Grundwelle gedämpft.

Die Kennlinie des TPF 4 ist in Fig. 2 dargestellt. Das Ausgangssignal des TPF 4 besitzt einen CN-Abstand von mehr als 20 dB. Der QPSK-Demodulator 115 und der digitale FM-Demodulator, die unmittelbar stromabwärts angeordnet sind, müssen einen CN-Abstand von mehr als 20 dB haben, wobei der Rauschabstand des demodulierten Signals möglichst größer als 45 dB sein soll. Die Frequenz des in Fig. 5 gezeigten Oszillators ist auf eine Eingangsfrequenz des veränderlichen Verstärkers 114 eingestellt.

Bei der oben aufgezeigten konventionellen Schaltungsausgestaltung sind Oberwellen, insbesondere solche vom Grad 2, dadurch gekennzeichnet, daß sich ihre Frequenzen in der Nähe der Signale befinden und hohe Spannungen aufweisen. Dies macht es erforderlich, daß das zur Dämpfung von Oberwellen eingesetzte TPF 4 eine steile Sperr-Kennlinie aufweist, wie sie in Fig. 2

dargestellt ist. Deshalb wird das TPF 4 im allgemeinen durch eine LC-Schaltung gebildet, ist mithin also nicht zur Ausbildung als integrierte Schaltung (IC) geeignet. Eine Resonanzspule L, die in dem Oszillator 10 für die QPSK-Demodulation enthalten ist, ist zu voluminös, um auf einem IC Platz zu haben. Da die Resonanzspule L nach der Montage einer Justierung bedarf, kann sie nicht als IC-Schaltungsanordnung ausgebildet werden.

Eine vorgeschlagene Lösung der oben aufgezeigten Schwierigkeiten ist ein solcher Aufbau des TPF 4 (mit Anschlußpunkten 6 und 7) und einer Resonanzspule L gemäß Fig. 5, daß diese beiden Teile getrennt sind und von außen zugeschaltet werden, während der veränderliche Verstärker 114, der QPSK-Demodulator 115, der 90-Grad-Phasenschieber 8, der PLL-Teiler 9 und der Oszillator 10 sämtlich in das IC eingebaut sind. Ein Problem bei diesem Schaltungsaufbau besteht darin, daß die Anschlußpunkte 6 und 7 des TPF 4 schlecht von dem Eingangsanschuß des veränderlichen Verstärkers 114 getrennt sind. Die unzureichende Isolierung macht es schwierig, die Verstärkungssteuerungs-Kennlinie von 80 dB oder mehr zu erreichen und neigt zur Beeinträchtigung der Linearität der Verstärkungssteigung.

Untersuchungen haben ergeben, daß zwischen 100 und 300 MHz die Entkopplung zwischen den Anschlüssen etwa 40 bis 50 dB beträgt. Wenn die Verstärkung des Verstärkers auf -50 bis +40 dB eingestellt ist, um anderen Anforderungen zu genügen, kann die notwendige Dämpfung von -50 dB nicht erzielt werden. Wenn außerdem in dem IC Leiteranschlüsse zum Anschließen des TPF 4 ausgebildet sind, erreicht ein Schwingungssignal von der Resonanzspule L die Anschlußpunkte 6 und 7 des TPF 4 und den Eingangsanschuß des Verstärkers 114. Das Schwingungssignal und ein durch den Begrenzervorgang entstehendes Signal führen zu einer Schwebung innerhalb des QPSK-Demodulators 115, wodurch das CN-Verhältnis der Signale I und Q beeinträchtigt wird.

Es ist daher Ziel der Erfindung, die oben aufgezeigten sowie weitere Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Empfänger-IC für ein Mobiltelefon zu schaffen, welches eine Empfängerschaltung enthält, die bei Verwendung in einem Mobiltelefon oder dergleichen, welches in einer Doppelbetriebsart arbeitet, die den CDMA-Modus und den FM-Modus beinhaltet, hohe Verstärkungskennlinie erfordert.

Erreicht wird dies durch die im Anspruch 1 angegebene Erfindung. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Bei dem erfindungsgemäßen Empfänger-IC sind der veränderliche Verstärker, das Tiefpaßfilter und der QPSK-Demodulator über Signalleitungen in symmetrierter Weise miteinander verbunden, um möglicherweise in den einzelnen Schaltungen entstehende Oberwellen zu minimieren. Dies umgeht das Erfordernis, daß das Tiefpaßfilter eine steile Sperrkennlinie besitzen muß. Folglich läßt sich das Tiefpaßfilter als aktives Filter ausbilden, welches für die Ausbildung in einer integrierten Schaltung (IC) geeignet ist.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung enthält das Empfänger-IC für ein Mobiltelefon außerdem einen Oszillator, der ein Schwingungssignal mit einer Frequenz ausgibt, die doppelt so groß ist wie das von dem QPSK-Demodulator demodulierte Signal, und einen Teiler zum Teilen der Frequenz des Schwingungssignals durch zwei, bevor das Signal an den QPSK-Demodulator gelegt wird, wobei den QPSK-Demodulator und den Teiler verbindende Signalleitungen symme-

triert und ausgeglichen sind.

Bei einer anderen bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung enthält das Empfänger-IC für ein Mobiltelefon einen Verstärker zum Auswählen eines empfangenen Signals im CDMA-Modus oder im FM-Modus, und zum Ausgeben des ausgewählten Signals an den veränderlichen Verstärker, wobei den Verstärker und den veränderlichen Verstärker verbindende Signalleitungen symmetriert und ausgeglichen sind.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm eines Empfänger-IC für ein Mobiltelefon als praktische Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 2 ist eine grafische Darstellung der Kennlinien von zwei Tiefpaßfiltern, von denen der eine der Ausführungsform nach Fig. 1 entspricht und der andere einem konventionellen TPF entspricht;

Fig. 3 ist eine Schaltungsskizze, die Einzelheiten des in Fig. 1 vorhandenen Tiefpaßfilters zeigt;

Fig. 4 ist ein Blockdiagramm eines üblichen Mobiltelefons, welches in einer Doppelbetriebsart-Umgebung arbeitet, welche den CDMA-Modus und den FM-Modus beinhaltet; und

Fig. 5 ist ein Blockdiagramm einer konventionellen Empfängerschaltung.

Nach Fig. 1 wird von einem Verstärker 1 oder 2 ein Ausgangssignal eines CDMA-Bandpaßfilters 12 oder eines FM-Bandpaßfilters 113 ausgewählt. Das ausgewählte Signal wird von einem veränderlichen Verstärker 114 verstärkt. Harmonische oder Oberwellen des verstärkten Signals werden von einem Tiefpaßfilter (TPF) 4a gedämpft. Das aus dem Tiefpaßfilter 4a kommende Signal wird von einem QPSK-Demodulator 115 demoduliert. In dem QPSK-Demodulator 115 wird das Eingangssignal in die Anfangs-Basisband-Signale I und Q mit Hilfe eines Halbteilers 8a, eines PLL-Teilers 9 und eines Oszillators 10a zurückdemoduliert. Der Oszillator 10a gibt ein Schwingungssignal aus, dessen Frequenz doppelt so hoch ist, wie die des von dem QPSK-Demodulator 115 demodulierten Signals. Der Halbteiler 8a teilt das Schwingungssignal durch zwei, und er sendet das resultierende Signal an den QPSK-Demodulator 115.

Die Signalleitungen, welche das CDMA-Bandpaßfilter 112 und das FM-Bandpaßfilter 113 mit den Verstärkern 1 bzw. 2, dem veränderlichen Verstärker 114, dem TPF 4a und dem QPSK-Demodulator 115 verbinden, sind symmetriert und entkoppelt, das gleiche gilt für die Signalleitungen, welche den Halbteiler 8a mit dem QPSK-Demodulator 115 verbinden. Die Verstärker 1 und 2, der veränderliche Verstärker 114, das TPF 4a, der QPSK-Demodulator 115, der Halbteiler 8a und der Oszillator 10a sind sämtlich vom symmetrierten Typ und sind in Form eines IC ausgebildet (in Fig. 1 durch das Bezugssymbol 16 angedeutet).

Der gesamte veränderliche Verstärkungsbereich des veränderlichen Verstärkers 114 ist für 80 bis 90 dB eingestellt. Das TPF 4a wird durch ein aktives Filter gebildet, dessen Einzelheiten in Fig. 3 dargestellt sind. Wie Fig. 2 zeigt, ist der Dämpfungsverlauf des TPF 4a bei den Oberwellen dritter und höherer Ordnung auf 20 dB oder darüber eingestellt. Das den TPF 4a bildende aktive Filter ist anschaulich dargestellt in der japanischen Patentanmeldung Hei 6(1994)-333856 und wird weiter unten näher erläutert.

Bei dem obigen Aufbau sind der veränderliche Verstärker 114, das TPF 4a und der QPSK-Demodulator

115 vom symmetrierten Typ (Balanced Type), so daß von denjenigen Oberwellen, die aus Signalen entstehen, welche den veränderlichen Verstärkungsbereich des variablen Verstärkers 114 übersteigen (d. h., Oberwellen, die sich aus dem Begrenzungsvorgang ergeben) diejenigen Oberwellen, die eine geradzahlige Ordnung aufweisen, auf 20 dB oder weniger gegenüber der Grundwelle reduziert werden. Im Ergebnis braucht die erforderliche Dämpfungskennlinie des TPF 4a nur so zu sein, daß Oberwellen der Ordnung drei oder höherer Ordnung gedämpft werden.

Weil ein derart sanfter Dämpfungsverlauf zur Erreichung dieser Funktion ausreicht, kann das TPF 4a durch ein aktives Filter ausgebildet werden. Dementsprechend werden der veränderliche Verstärker 114, das TPF 4a und der QPSK-Demodulator 115 in Form eines IC ausgebildet. Wegen des in das IC einbezogenen TPF 4a sind Leitungsanschlüsse für einen externen Anschluß des TPF nicht mehr notwendig. Dies verbessert die Schaltungsentkopplung. Untersuchungen und Simulationen in elektrischen Feldern haben gezeigt, daß eine Bipolar-IC-Anordnung eine Schaltungsentkopplung von 70 dB oder darüber bei 100 MHz erreicht. Wenn der Bereich der veränderlichen Verstärkung des veränderlichen Verstärkers auf -50 dB bis +30 dB eingeschlossen wird, können die Effekte der Schaltungsentkopplung im Grunde genommen beseitigt werden. Dies macht es möglich, die oben erläuterte IC-Ausbildung mit einer Verstärkungssteuerkennlinie auszustatten, die derjenigen konventioneller Schaltungsanordnungen gleichkommt.

Bei dem oben beschriebenen Aufbau liefert der Oszillator 10a am Ausgang ein Signal mit einer Frequenz, die doppelt so groß ist wie das demodulierte Signal, und der Halbteiler 8a und der Oszillator 10a sind vom symmetrierten Typ. Diese Anordnung minimiert den Betrag der diese Schaltungen verlassenden und den veränderlichen Verstärker 114 oder das TPF 4a erreichenden Signale. Dadurch hört auch der QPSK-Demodulator 115 auf, an Signal-Schwebungen aufgrund des Begrenzungsvorgangs zu leiden, so daß das CN-Verhältnis der Signale I und Q vor einer Verschlechterung bewahrt wird.

#### Patentansprüche

45

1. Integrierte Empfängerschaltung für ein Mobiltelefon, umfassend:  
einen eine veränderliche Verstärkung aufweisenden Verstärker (114) zum Verstärken eines Empfangssignals mit veränderlichem Verstärkungsgrad;  
ein Tiefpaßfilter (4a) zum Verstärken des von dem eine veränderliche Verstärkung aufweisenden Verstärkers (114) verstärkten Signals; und  
einen Vierphasenumtastungs-Demodulator (115) zum Demodulieren des durch das Tiefpaßfilter (4a) gegangenen Signals durch Vierphasenumtastung (QPSK);  
wobei Signalleitungen, die den eine veränderliche Verstärkung aufweisenden Verstärker (114), das Tiefpaßfilter (4a) und den QPSK-Demodulator (115) verbinden, symmetriert sind.
2. Integrierte Empfängerschaltung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Oszillator (10a), der ein Schwingungssignal mit einer Frequenz ausgibt, die doppelt so hoch ist wie die des von dem QPSK-Demodulator (115) demodulierten Signals, und einen Teiler (8a) zum Teilen der Frequenz des

Schwingungssignals durch zwei, bevor das Signal an den QPSK-Demodulator (115) gelegt wird, wobei Signalleitungen, die den QPSK-Demodulator und den Teiler (8a) miteinander verbinden, symmetriert sind.

3. Integrierte Empfangsschaltung nach Anspruch 1 oder 2, umfassend einen Verstärker (1; 2) zum Auswählen eines in entweder im Vielfachzugriff-Codemultiplex-Modus oder im Frequenzmodulations-Modus empfangenen Signals und zum Ausgeben des ausgewählten Signals an den eine veränderliche Verstärkung aufweisenden Verstärker (114), wobei Signalleitungen, die den Verstärker (1; 2) und den eine veränderliche Verstärkung aufweisenden Verstärker (114) verbinden, symmetriert sind.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**

FIG. 3

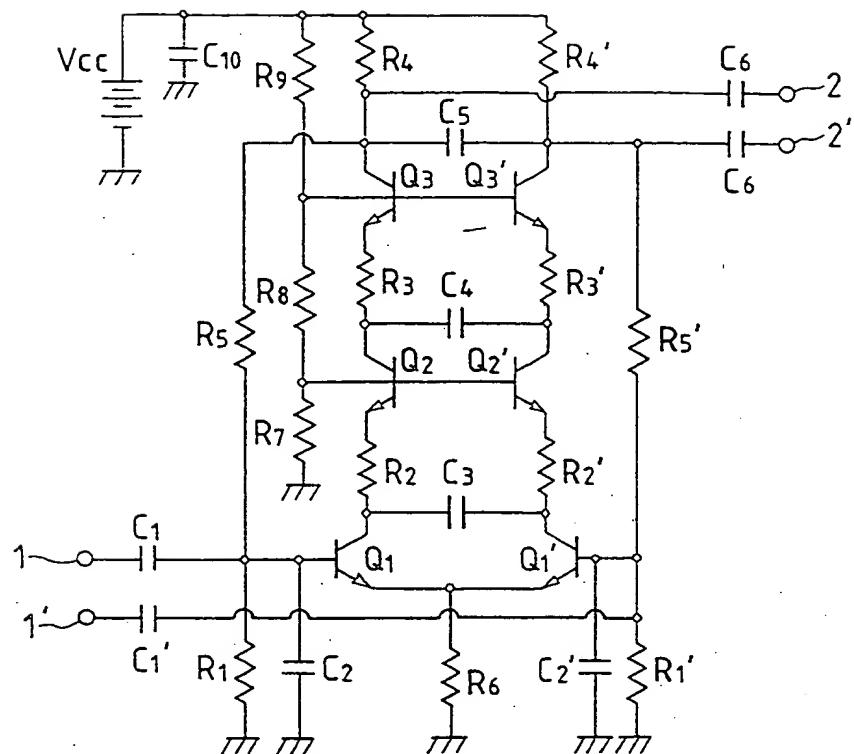


FIG. 5 STAND DER TECHNIK

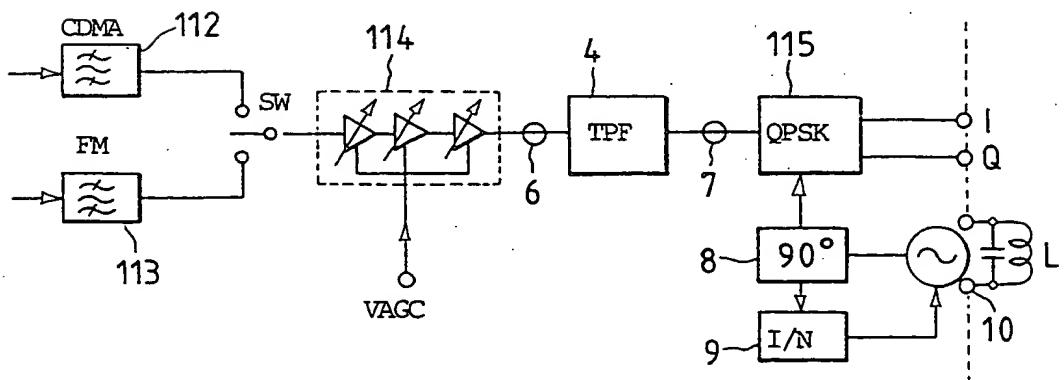
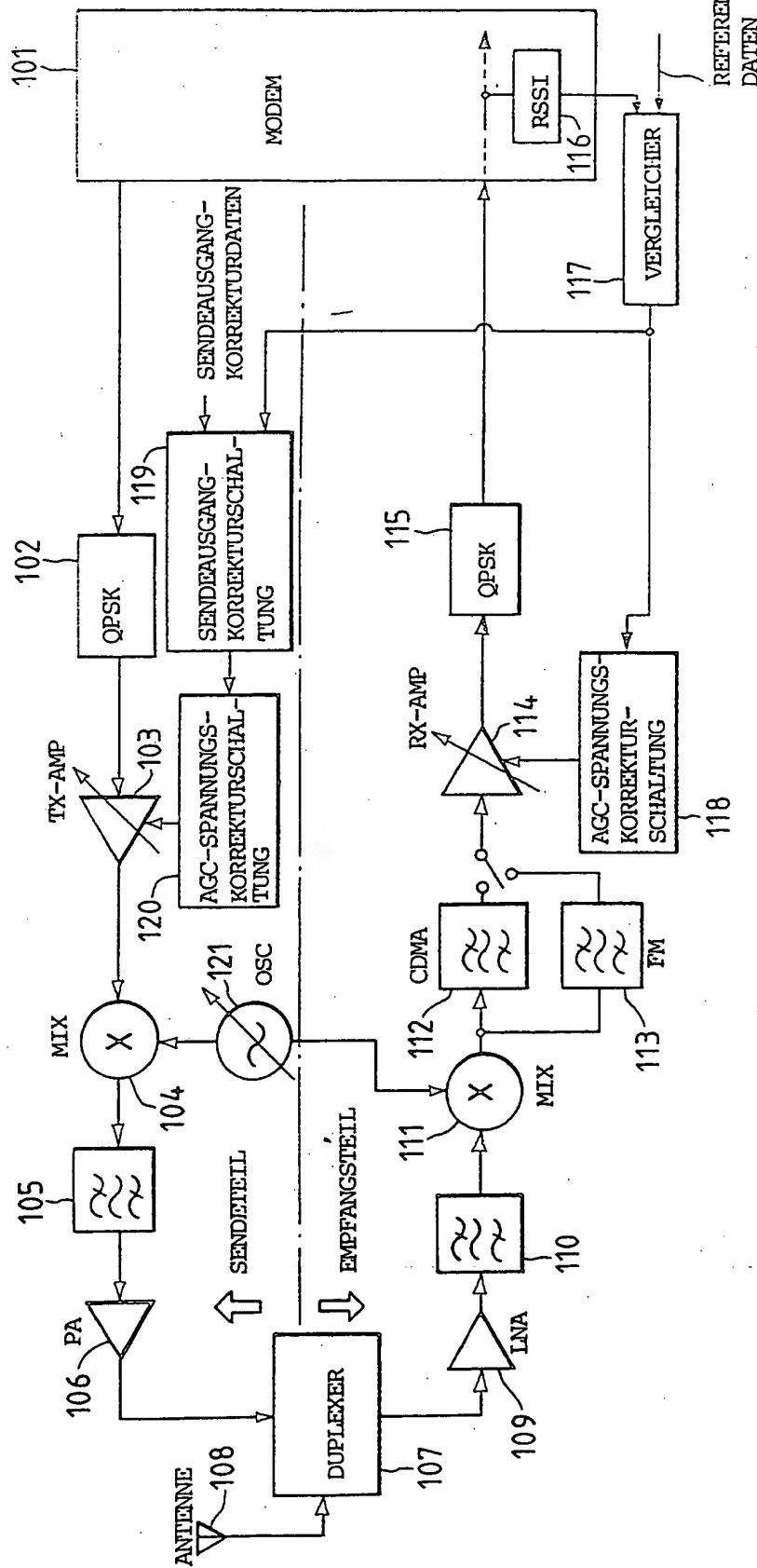


FIG. 4



Docket # GR 98 P 2930 P

Appl. # 09/840,551

Applicant: Dötsch et al.

Lerner and Greenberg, P.A.  
Post Office Box 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101

Nummer:  
Int. Cl. 6:  
Offenlegungstag:

DE 197 13 102 A1  
H 04 B 1/16  
6. November 1997

FIG. 1

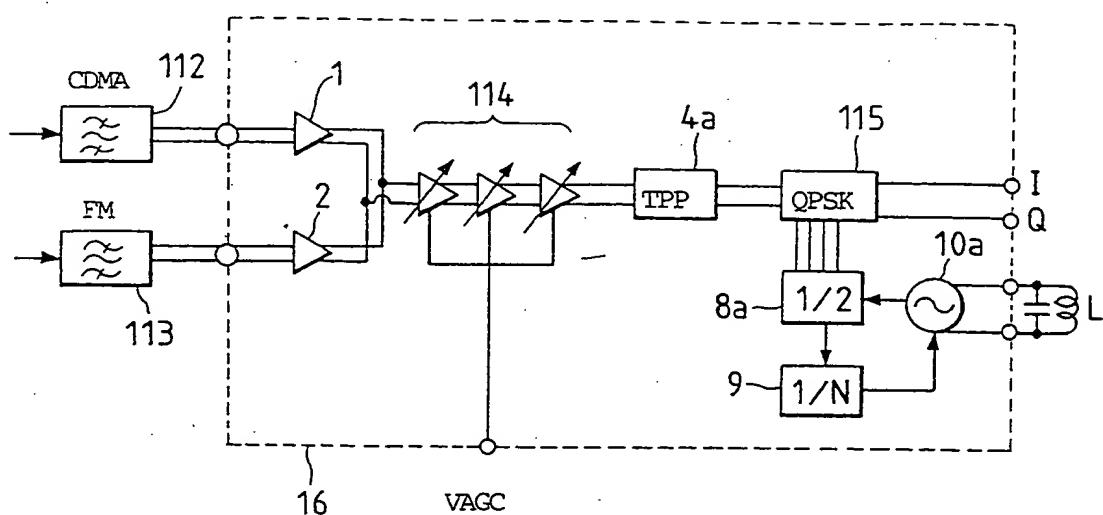


FIG. 2

TPF-Kennlinie, die für Erfindung erforderlich ist

